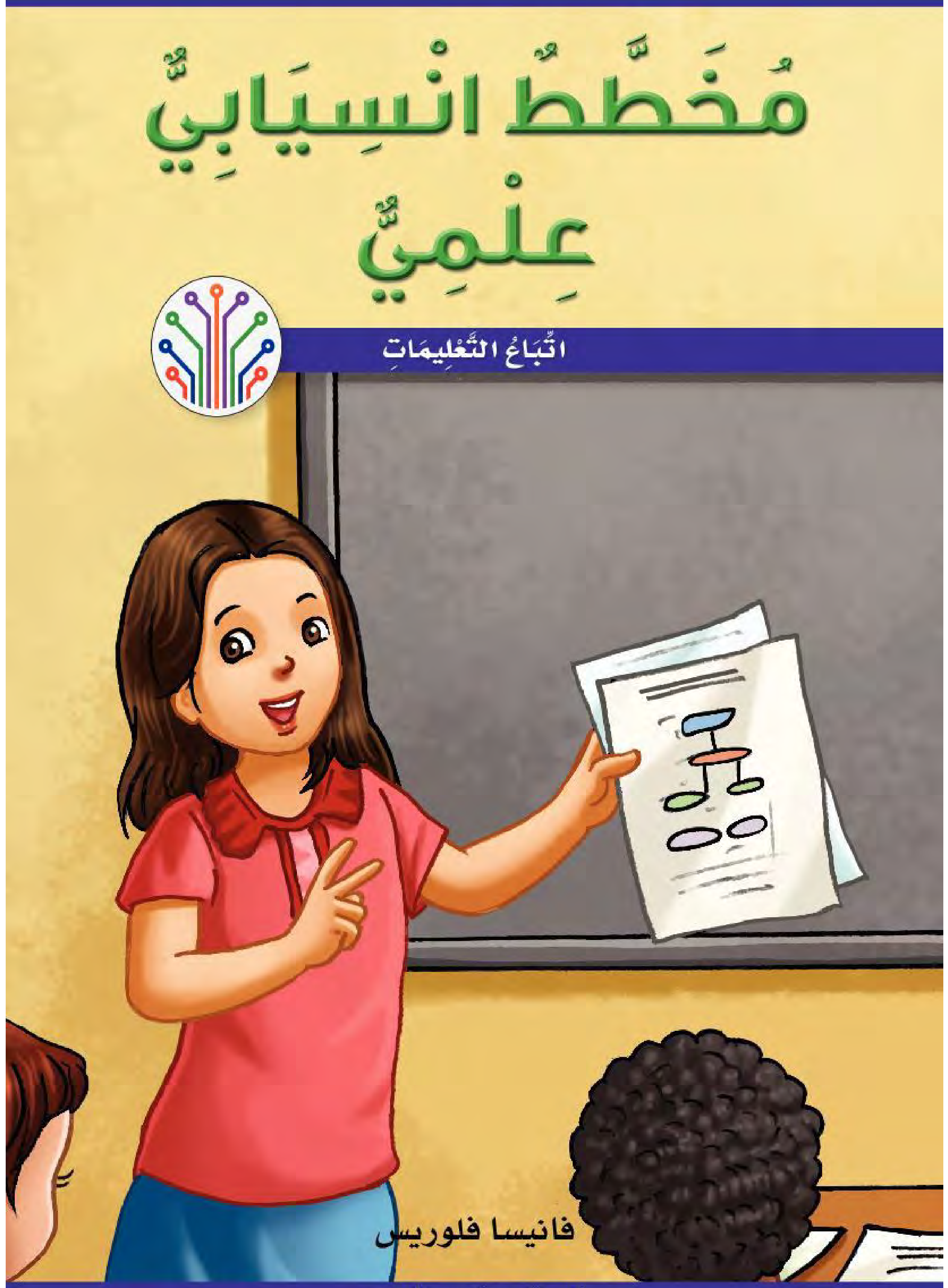
مُخَطَّطٌ انْسِيَابِيٌّ عِلْمِيٌّ

اتِّبَاعُ التَّعْلِيمَاتِ



فانيسا فلوريس

ترجمة: جمال عبد الرحيم

مُخَطَّطٌ انْسِيَابِيٌّ عِلْمِيٌّ



اتِّبَاعُ التَّعْلِيمَاتِ

فانيسا فلوريس

ترجمة: جمال عبد الرحيم

اتباع التعليمات والإرشادات خطوة خطوة يساعدنا في تحقيق هدفنا.





نهلة و ناهل
NahlawaNahil

قَائِمَةُ المُحْتَوَيَاتِ



صَفُّ العُلُومِ

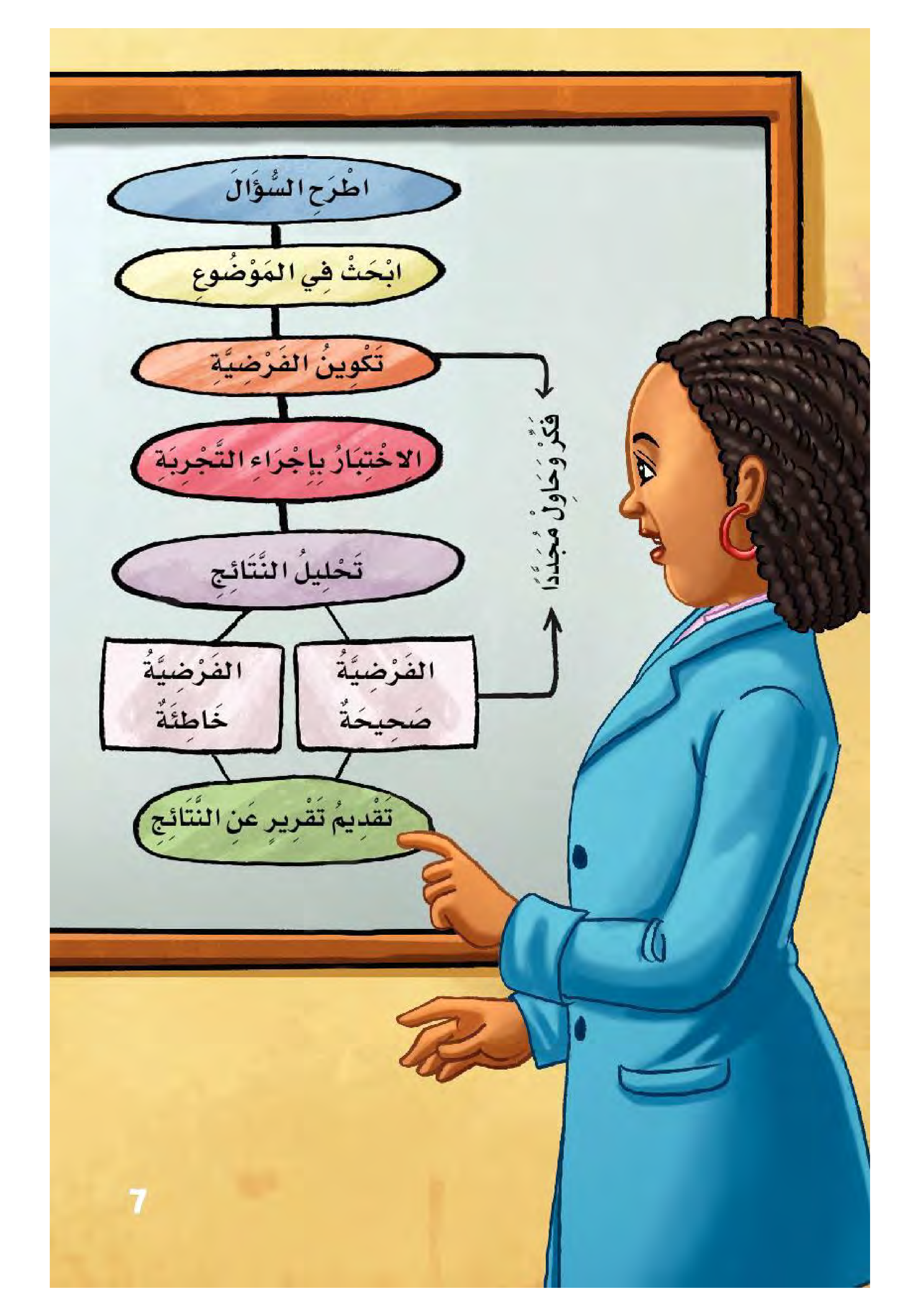
قُمْنَا فِي صَفِّ العُلُومِ بِتَجَارِبَ بَسِيطَةٍ فِي المَاضِي. لَقَدِ اخْتَبَرْنَا الجَاذِبِيَّةَ مِنْ خِلَالِ إِفْلَاتِ الأَشْيَاءِ وَمُشَاهَدَتِهَا وَهِيَ تَسْقُطُ إِلَى الأَرْضِ. كَمَا قُمْنَا بِخَلْطِ مَادَّتَيْنِ كِيمْيَائِيَّتَيْنِ مَعًا لِنَرَى مَاذَا سَيَحْدُثُ. أَخْبَرَتْنَا مُعَلِّمَتُنَا: «سَنَبْدَأُ العَمَلَ فِي تَجَارِبَ أَكْثَرَ تَعْقِيدًا».

وَأَخْبَرَتْنَا أَنَّ المُخَطَّطَاتِ الانْسِيَابِيَّةَ يُمْكِنُ أَنْ تُسَاعِدَنَا فِي تَصَوُّرِ الخُطُوَاتِ المَوْجُودَةِ فِي التَّجْرِبَةِ. فَالمُخَطَّطَاتُ الانْسِيَابِيَّةُ تُظْهِرُ التَّقَدُّمَ فِي عَمَلِ الخُطُوَاتِ بِاسْتِخْدَامِ خُطُوطِ الرَّبْطِ. وَيُمْكِنُ أَنْ يُسَاعِدَنَا هَذَا فِي تَقْسِيمِ تَجْرِبَةٍ كَبِيرَةٍ إِلَى مَهَمَّاتٍ أَصْغَرَ.

مَا هُوَ المَنْهَجُ العِلْمِيُّ؟

تُخْبِرُنَا مُعَلِّمَتُنَا أَنَّ التَّجَارِبَ الجَيِّدَةَ تَتَّبِعُ المَنْهَجَ العِلْمِيَّ. هَذِهِ الطَّرِيقَةُ تُعْطِي العُلَمَاءَ نَتَائِجَ دَقِيقَةً لِلتَّجَارِبِ الَّتِي يَقُومُونَ بِهَا.

تَرْسُمُ المُعَلِّمَةُ مُخَطَّطًا انسِيَابِيًّا لِلْمَنْهَجِ العِلْمِيِّ؛ تَكْتُبُ: «اطْرَحِ السُّؤَالَ» فِي فُقَّاعَةٍ أَعْلَى السَّبُّورَةِ، ثُمَّ تَرْسُمُ خَطًّا إِلَى فُقَّاعَةٍ أُخْرَى تَحْتَهَا، تَحْتَوِي عَلَى عِبَارَةِ: «ابْحَثْ فِي المَوْضُوعِ»، وَهَذَا يَرْتَبِطُ بِـ «تَكْوِينِ الفَرْضِيَّةِ»، وَالفَرْضِيَّةُ هِيَ تَخْمِينٌ مُسْتَنِيرٌ حَوْلَ إِجَابَةِ السُّؤَالِ. وَتَكُونُ الفُقَّاعَاتُ الأَخِيرَةُ خَاصَّةً بِإِجْرَاءِ التَّجْرِبَةِ وَالبَحْثِ عَنِ النَّتَائِجِ وَتَقْدِيمِ تَقْرِيرٍ عَنْهَا.



اطْرَحِ السُّؤَالَ
ابْحَثْ فِي المَوْضُوعِ
تَكْوِينُ الفَرْضِيَّةِ
الاخْتِبَارُ بِإِجْرَاءِ التَّجْرِبَةِ
تَحْلِيلُ النَّتَائِجِ
الفَرْضِيَّةُ صَحِيحَةٌ
الفَرْضِيَّةُ خَاطِئَةٌ
تَقْدِيمُ تَقْرِيرٍ عَنِ النَّتَائِجِ
فَكِّرْ وَحَاوِلْ مُجَدَّدًا

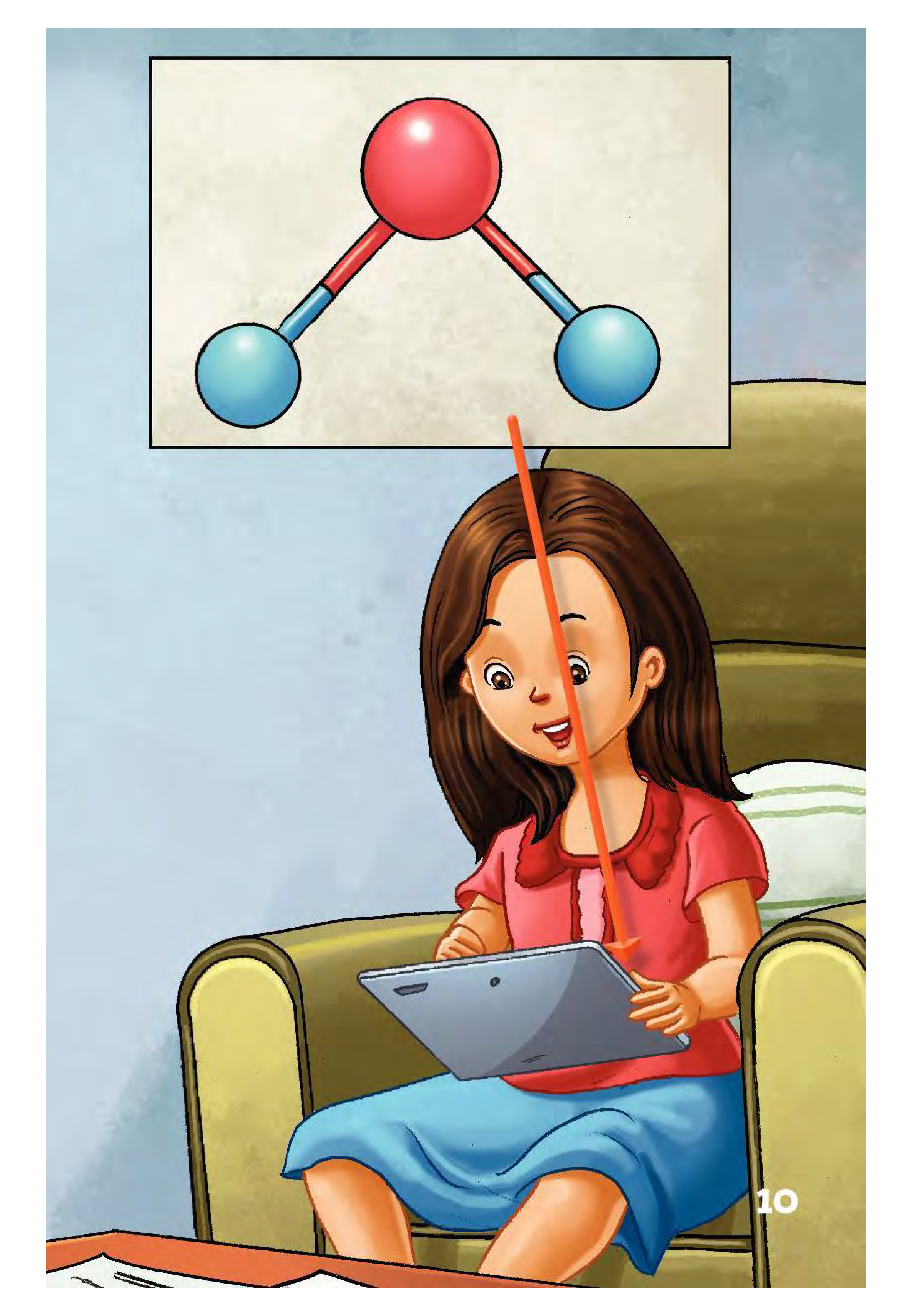
تَجْرِبَتُنَا

يَتَعَلَّمُ التَّلَامِيذُ فِي صَفِّي عَنِ الجُزَيْئَاتِ. هَذِهِ هِيَ أَصْغَرُ أَجْزَاءِ المَادَّةِ الَّتِي لَا تَزَالُ تَحْتَفِظُ بِجَمِيعِ خَصَائِصِ تِلْكَ المَادَّةِ. سَنَقُومُ بِتَجْرِبَةٍ لِنَرَى كَيْفَ تَتَصَرَّفُ الجُزَيْئَاتُ فِي الهَوَاءِ فِي دَرَجَاتِ حَرَارَةٍ مُخْتَلِفَةٍ. السُّؤَالُ الَّذِي نُرِيدُ الإِجَابَةَ عَنْهُ هُوَ: «هَلْ سَيَجْعَلُ الهَوَاءُ السَّاخِنُ البَالُونَ يَتَمَدَّدُ أَمْ يَتَقَلَّصُ؟».



تَقُومُ المُعَلِّمَةُ بِإِعْطَاءِ كُلِّ تِلْمِيذٍ مَوَادَّ وَمُخَطَّطًا انْسِيَابِيًّا لِلتَّجْرِبَةِ. يَجِبُ أَنْ نَتَّبِعَ كُلَّ خُطْوَةٍ فِي المُخَطَّطِ الانْسِيَابِيِّ بِعِنَايَةٍ لِإِنْجَازِ التَّجْرِبَةِ بِشَكْلٍ صَحِيحٍ.





فَرْضِيَّتِي

الخُطْوَةُ التَّالِيَةُ هِيَ البَحْثُ عَنِ الجُزَيْئَاتِ. يَتِمُّ تَعْبِئَةُ الجُزَيْئَاتِ المَوْجُودَةِ فِي المَادَّةِ الصُّلْبَةِ مَعًا بِإِحْكَامٍ حَتَّى أَنَّهَا تَكَادُ لَا تَتَحَرَّكُ. هَذِهِ هِيَ الطَّرِيقَةُ الَّتِي تُحَافِظُ بِهَا المَوَادُّ الصُّلْبَةُ عَلَى شَكْلِهَا. تَتَحَرَّكُ الجُزَيْئَاتُ المَوْجُودَةُ فِي السَّائِلِ أَكْثَرَ؛ وَلِهَذَا السَّبَبِ يَأْخُذُ السَّائِلُ شَكْلَ الإِنَاءِ الَّذِي يُوجَدُ فِيهِ. يَتِمُّ فَصْلُ الجُزَيْئَاتِ فِي الغَازِ وَتَتَحَرَّكُ. البَالُونَاتُ مَلِيئَةٌ بِالغَازِ حَتَّى تَتَمَكَّنَ جُزَيْئَاتُهَا مِنْ أَنْ تُصْبِحَ أَكْبَرَ.

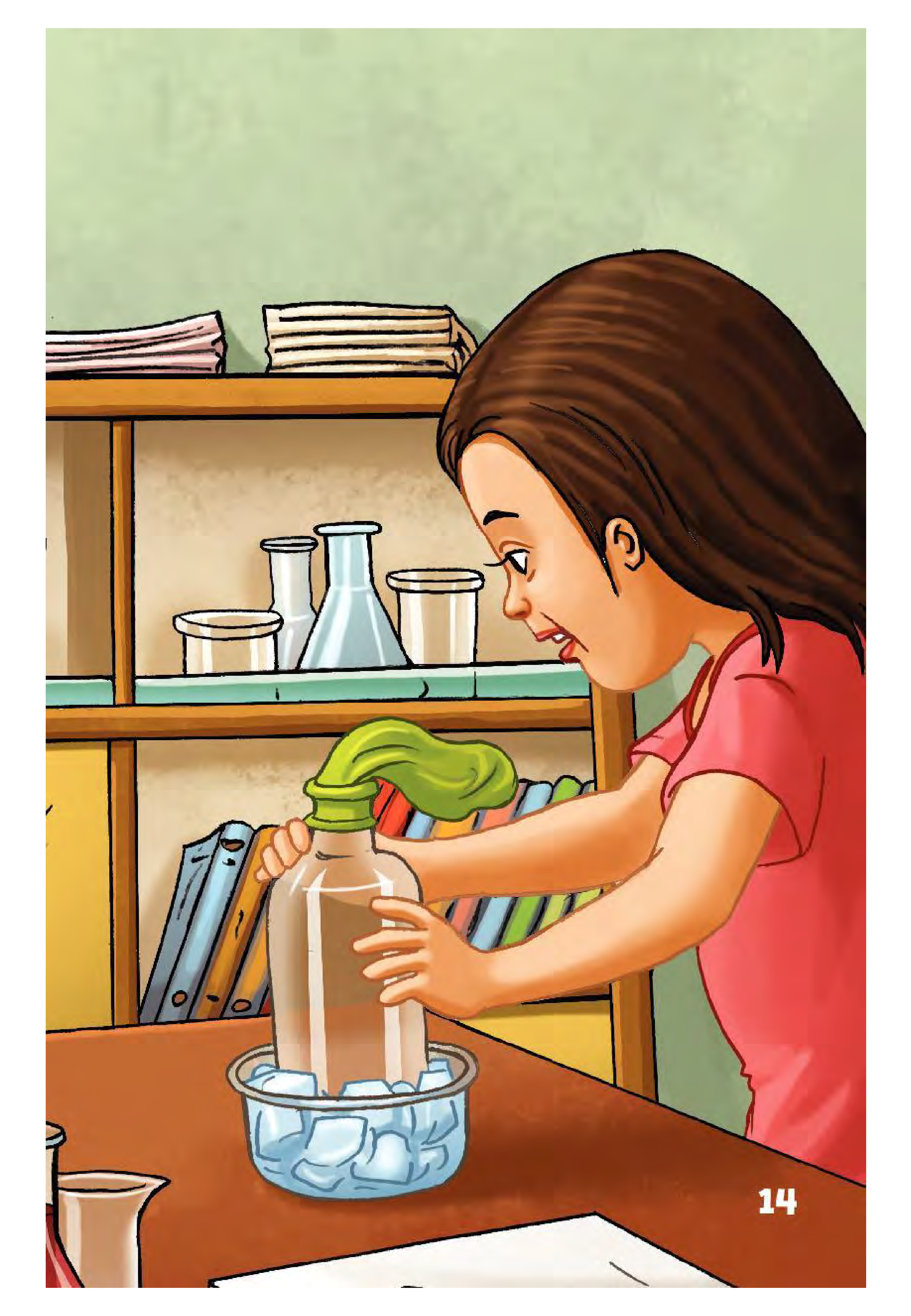
الآنَ كَانَ عَلَيَّ أَنْ أَضَعَ فَرْضِيَّةً بِنَاءً عَلَى مَا تَعَلَّمْتُهُ فِي بَحْثِي. اعْتَقَدْتُ أَنَّ الهَوَاءَ السَّاخِنَ سَوْفَ يَجْعَلُ البَالُونَ يَتَقَلَّصُ.

المَاءُ السَّاخِنُ

الخُطْوَةُ التَّالِيَةُ فِي المُخَطَّطِ الانْسِيَابِيِّ هِيَ جَمْعُ المَوَادِّ. نَظَرْتُ إِلَى المَوَادِّ الَّتِي أَعْطَتْنِي إِيَّاهَا مُعَلِّمَتِي؛ كَانَ لَدَيَّ قَارُورَةُ صُودَا بِلَاسْتِيكِيَّةٌ فَارِغَةٌ وَبَالُونٌ وَإِنَاءَانِ وَمَاءٌ. الخُطْوَةُ التَّالِيَةُ هِيَ تَمْدِيدُ البَالُونِ لِإِعْدَادِهِ. بَعْدَ ذَلِكَ، قُمْتُ بِتَمْدِيدِ فُتْحَةِ البَالُونِ عَلَى فُتْحَةِ القَارُورَةِ.

ثُمَّ كَانَ عَلَيَّ مَلْءُ أَحَدِ الإِنَاءَيْنِ بِالمَاءِ السَّاخِنِ؛ فَقَامَتْ مُعَلِّمَتِي بِصَبِّ المَاءِ السَّاخِنِ مِنْ بَرَّادِ الشَّايِ فِي إِنَائِي، وَقُمْتُ بِوَضْعِ القَارُورَةِ فِي المَاءِ.





المَاءُ البَارِدُ

شَاهَدْتُ مَا حَدَثَ لِلبَالُونِ. المَاءُ السّاخِنُ سَخَّنَ الهَوَاءَ فِي القَارُورَةِ، ثُمَّ بَدَأَ البَالُونُ بِالتَّمَدُّدِ!

الخُطْوَةُ التَّالِيَةُ هِيَ اخْتِبَارُ المَاءِ البَارِدِ. قَامَتْ مُعَلِّمَتِي بِصَبِّ المَاءِ المُثَلَّجِ فِي الإِنَاءِ الثَّانِي، وَوَضَعْتُ قَارُورَتِي فِيهَا؛ بَرَّدَ المَاءُ البَارِدُ الهَوَاءَ فِي القَارُورَةِ، وَبَدَأَ البَالُونُ فِي التَّقَلُّصِ. كَانَ هَذَا عَكْسَ مَا اعتَقَدْتُ أَنَّهُ سَيَحْدُثُ. أَخْبَرْتُ مُعَلِّمَتِي: «لَقَدِ اتَّبَعْتُ جَمِيعَ التَّعْلِيمَاتِ. مَا الخطأُ الَّذِي حَدَثَ؟».

فَرْضِيَّةٌ جَدِيدَةٌ

قَالَتْ لِي مُعَلِّمَتِي: «لَا بَأْسَ مِنْ أَنْ تُخْطِئِي فِي فَرْضِيَّتِكِ. هَذَا يَعْنِي أَنَّكِ بِحَاجَةٍ فَقَطْ إِلَى وَضْعِ فَرْضِيَّةٍ جَدِيدَةٍ». عُدْتُ فِي مُخَطَّطِي الانْسِيَابِيِّ العِلْمِيِّ إِلَى الخُطْوَةِ الثَّالِثَةِ.

تَحْتَ فُقَّاعَةِ «الفَرْضِيَّةِ» غَيَّرْتُ إِجَابَتِي، وَكَتَبْتُ: «أَعْتَقِدُ أَنَّ الهَوَاءَ السَّاخِنَ يَجْعَلُ البَالُونَ يَتَمَدَّدُ، وَأَنَّ الهَوَاءَ البَارِدَ يَجْعَلُهُ يَتَقَلَّصُ». اسْتَنَدْتُ فِي هَذِهِ الفَرْضِيَّةِ الجَدِيدَةِ إِلَى المَعْرِفَةِ الَّتِي اكْتَسَبْتُهَا مِنَ القِيَامِ بِالتَّجْرِبَةِ. أُتَابِعُ خُطُوَاتِ المُخَطَّطِ الانْسِيَابِيِّ مَرَّةً أُخْرَى، وَوَجَدْتُ أَنَّ فَرْضِيَّتِي الجَدِيدَةَ صَحِيحَةٌ.



نَتَائِجِي

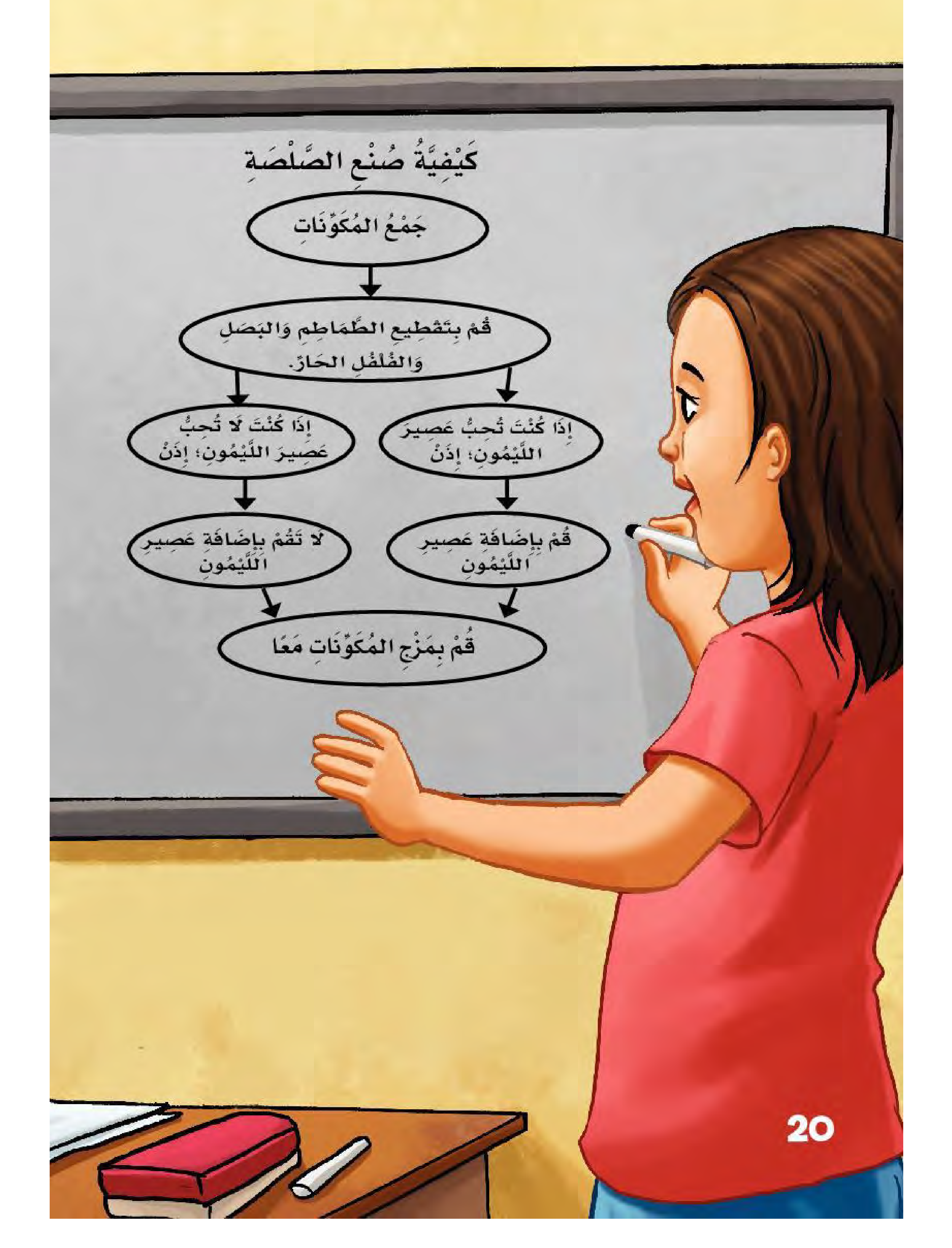
نَظَرْتُ إِلَى نَتَائِجِي، وَعَرَفْتُ الآنَ مَا يَحْدُثُ عِنْدَمَا يَسْخُنُ الهَوَاءُ فِي البَالُونِ. وَمَعْ ذَلِكَ، مَا زِلْتُ لَا أَعْرِفُ: لِمَاذَا حَدَثَ ذَلِكَ؟



أَخْبَرَتْنِي مُعَلِّمَتِي: «عِنْدَمَا يَتِمُّ تَسْخِينُ الهَوَاءِ، يُصْبِحُ لِلجُزَيْئَاتِ الكَثِيرُ مِنَ الطَّاقَةِ لِتَنْتَشِرَ وَتَتَوَسَّعَ. وَعِنْدَمَا يَتِمُّ تَبْرِيدُ الهَوَاءِ، تَكُونُ الطَّاقَةُ أَقَلَّ وَلَا تَنْتَشِرُ الجُزَيْئَاتُ».

هَذَا مَنْطِقِيٌّ بِنَاءً عَلَى مَا تَعَلَّمْتُهُ مِنْ تَجْرِبَتِي. قَدَّمْتُ تَقْرِيرًا عَنْ نَتَائِجِي إِلَى زُمَلَائِي فِي الصَّفِّ. وَاتَّفَقْنَا عَلَى أَنَّ هَذِهِ التَّجْرِبَةَ تَكُونُ سَهْلَةً إِذَا اتَّبَعْنَا المُخَطَّطَ الانْسِيَابِيَّ خُطْوَةً خُطْوَةً.




كَيْفِيَّةُ صُنْعِ الصَّلْصَةِ
جَمْعُ المُكَوِّنَاتِ
قُمْ بِتَقْطِيعِ الطَّمَاطِمِ وَالبَصَلِ وَالفُلْفُلِ الحَارِّ.
إِذَا كُنْتَ تُحِبُّ عَصِيرَ اللَّيْمُونِ؛ إِذَنْ
إِذَا كُنْتَ لَا تُحِبُّ عَصِيرَ اللَّيْمُونِ؛ إِذَنْ
قُمْ بِإِضَافَةِ عَصِيرِ اللَّيْمُونِ
لَا تَقُمْ بِإِضَافَةِ عَصِيرِ اللَّيْمُونِ
قُمْ بِمَزْجِ المُكَوِّنَاتِ مَعًا

مُخَطَّطِي الانْسِيَابِيُّ

تُرِيدُنَا المُعَلِّمَةُ الآنَ أَنْ نُنْشِئَ مُخَطَّطَنَا الانْسِيَابِيَّ لِصُنْعِ شَيْءٍ مَا. أَنَا مَاهِرَةٌ فِي صُنْعِ الصَّلْصَةِ، سَأَقُومُ بِإِنْشَاءِ مُخَطَّطٍ انْسِيَابِيٍّ لِصُنْعِ الصَّلْصَةِ.

خُطْوَتِي الأُولَى هِيَ «جَمْعُ المُكَوِّنَاتِ»، أَرْسُمُ سَهْمًا إِلَى الخُطْوَةِ التَّالِيَةِ: «قُمْ بِتَقْطِيعِ الطَّمَاطِمِ وَالبَصَلِ وَالفُلْفُلِ الحَارِّ»، ثم يَنْقَسِمُ مُخَطَّطِي إِلَى سَهْمَيْنِ؛ يَقُولُ أَحَدُهُمَا: «إِذَا كُنْتَ تُحِبُّ عَصِيرَ اللَّيْمُونِ؛ إِذَنْ»، وَيُشِيرُ إِلَى فُقَّاعَةٍ مَكْتُوبٌ فِيهَا: «قُمْ بِإِضَافَةِ عَصِيرِ اللَّيْمُونِ»، وَالسَّهْمُ الآخَرُ يَقُولُ: «إِذَا كُنْتَ لَا تُحِبُّ عَصِيرَ اللَّيْمُونِ؛ إِذَنْ»، وَيُشِيرُ إِلَى فُقَّاعَةٍ مَكْتُوبٌ فِيهَا: «لَا تَقُمْ بِإِضَافَةِ عَصِيرِ اللَّيْمُونِ». وَالخُطْوَةُ الأَخِيرَةُ هِيَ: «قُمْ بِمَزْجِ المُكَوِّنَاتِ مَعًا».

الْمُخَطَّطَاتُ الانْسِيَابِيَّةُ مُفِيدَةٌ!

أَسْتَطِيعُ أَنْ أَرَى كَيْفَ تَكُونُ الْمُخَطَّطَاتُ الانْسِيَابِيَّةُ مُفِيدَةً فِي التَّجَارِبِ الْعِلْمِيَّةِ. لَقَدْ سَاعَدَتْنِي فِي تَعَلُّم الإِجْرَاءِ الصَّحِيحِ الَّذِي يَجِبُ اتِّبَاعُهُ. كَيْفَ يُمْكِنُ أَنْ نَسْتَخْدِمَ مُخَطَّطَاتٍ انْسِيَابِيَّةً أُخْرَى؟

أَخْبَرَتْنَا مُعَلِّمَتُنَا: «يَسْتَخْدِمُ مُبَرْمِجُو الْحَاسُوبِ مُخَطَّطَاتٍ انْسِيَابِيَّةً عِنْدَمَا يَكْتُبُونَ التَّرْمِيزَ». كَمَا تُخْبِرُنَا أَنَّ الْمُخَطَّطَاتِ الانْسِيَابِيَّةَ يُمْكِنُ أَنْ تُسَاعِدَ الْمُبَرْمِجِينَ عَلَى تَصَوُّرِ الْخُطُوَاتِ الَّتِي يَجِبُ عَلَيْهِمُ اتِّخَاذُهَا لِحَلِّ مُشْكِلَةٍ مَا. كَمَا يُمْكِنُ أَنْ تَكُونَ الْمُخَطَّطَاتُ الانْسِيَابِيَّةُ مُفِيدَةً بِشَكْلٍ خَاصٍّ عِنْدَمَا يَقُومُ الْمُبَرْمِجُونُ بِإِنْشَاءِ بَرْنَامَجٍ بِهِ الْعَدِيدُ مِنَ الأَجْزَاءِ. أَعْتَقِدُ أَنَّ الْمُخَطَّطَاتِ الانْسِيَابِيَّةَ هِيَ أَدَاةٌ رَائِعَةٌ. كُلُّ مَا عَلَيْنَا هُوَ اتِّبَاعُهَا خُطْوَةً خُطْوَةً!

المُعْجَمُ

دَقيقَةٌ: خَالِيَةٌ مِنَ الأَخْطَاءِ.

مُعَقَّدَةٌ: الحَاجَةُ إِلَى القِيَامِ بِالعَدِيدِ مِنَ الأَجْزَاءِ الَّتِي تَعْمَلُ مَعًا.

إِنَاءٌ: شَيْءٌ يُسْتَخْدَمُ لِلاحْتِفَاظِ بِشَيْءٍ مَا.

التَّقَلُّصُ: يُصْبِحُ أَصْغَرَ حَجْمًا وَأَكْثَرَ إِحْكَامًا.

الجَاذِبِيَّةُ: القُوَّةُ الَّتِي تَجْذِبُ الأَشْيَاءَ بِاتِّجَاهِ الأَرْضِ.

المُكَوِّنُ: طَعَامٌ يُخْلَطُ مَعَ أَطْعِمَةٍ أُخْرَى.

المَادَّةُ: شَيْءٌ يُمْكِنُ صُنْعُ شَيْءٍ آخَرَ مِنْهُ.

الإِجْرَاءُ: مَجْمُوعَةٌ مِنَ الخُطُوَاتِ المُتَّبَعَةِ بِالتَّرْتِيبِ الدَّقِيقِ.

تَقَدُّمٌ: سِلْسِلَةٌ مُسْتَمِرَّةٌ وَمُتَّصِلَةٌ.

خَصَائِصُ: نَوْعِيَّةٌ أَوْ سِمَةٌ تَنْتَمِي إِلَى شَيْءٍ مَا.

البَحْثُ: دِرَاسَةٌ لِلْعُثُورِ عَلَى شَيْءٍ جَدِيدٍ.

الفِهْرِسُ